

№ \_\_\_\_\_  
экзаменационного  
листа

№ 6  
варианта



Шифр\_



**51-47-89-81**  
(133.16)

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Факультет \_\_\_\_\_

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА НА ОЛИМПИАДЕ ШКОЛЬНИКОВ «РОБОФЕСТ»

по ФИЗИКЕ

(указать по какому предмету)

№ группы 5 - 18

Штакин Дмитрий Константинович

Сдано 16-17 баллов

Дмитрий

Дата проведения Олимпиады 10.03.2018

Подпись участника

Шмт

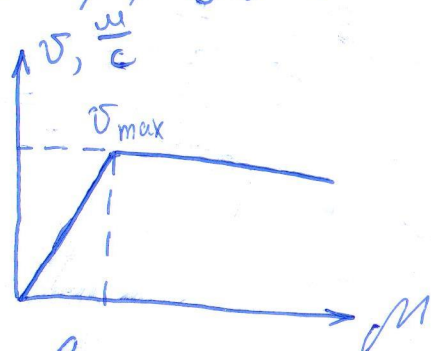
Никакие другие записи на титульном листе делать не разрешается



№1.

Вопрос.

По графику зависимости  $v$  от  $\mu$ :



Скорость возрастает до определенного значения, до определенного значения коэффициента  $\mu$ . Она достигает значения  $v_{\max}$ , а затем остается постоянной при дальнейшем возрастании  $\mu$ .

1	2	3	4	5
В	7	0	10	1
3	10	15	100	

53

Задача:

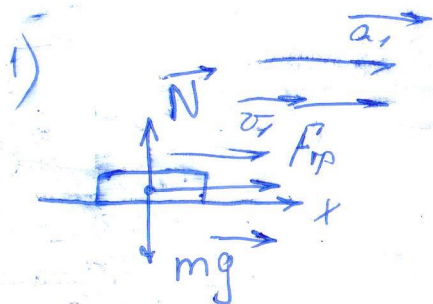
Дано:

$$a_1 = 0,32 \frac{m}{c^2}$$

$$v_1 = 1,5 \frac{m}{c}$$

$$v_2 = 3 \frac{m}{c}$$

$$a_2 = ?$$



По второму закону Ньютона

$$(x): ma_1 = \mu N$$

$$ma_1 = \mu F_{fr}$$

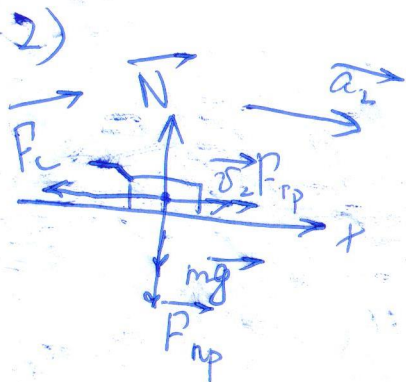
$$ma_1 = F_{fr}$$

$$F_{fr} = \mu N$$

$$(y): N = mg$$

$$ma_1 = \mu mg$$

$$a_1 = \mu g$$



По второму закону Ньютона:

$$(x): ma_2 = F_{fr} - F_d; F_d = \beta v^2$$

$$ma_2 = \mu N - \beta v^2$$

$$(y): N = mg + F_n; F_n = \lambda v$$

$$N = mg + \lambda v$$

$$ma_2 = \mu(mg + \lambda v) - \beta v^2$$

$$x = \frac{v_2}{v_1}; a_2 = \mu g + \frac{\lambda v}{m} - \frac{\beta v^2}{m} \quad | : a_1$$

Подписывать лист-вкладыш не разрешается



$$\frac{a_2}{a_1} = 1 + \frac{\Delta v}{mg} - \frac{\beta v^2}{mg}$$

$$\frac{a_2}{a_1} = 1 + \frac{1}{mg} (\Delta v - \beta v^2)$$

$$\frac{a_2}{a_1} = 1 + \frac{\Delta v - \beta v^2}{mg};$$

Задача 2

Задача:

Дано:

$$\Delta t = 0,3^\circ\text{C}$$

$$t_0 = 25^\circ\text{C}$$


$$\tau_1 = 3 \text{ мин} = 180 \text{ с}$$

$$t_1 = 7^\circ\text{C}$$

$$t_0' = 27^\circ\text{C}$$

$$\Delta t' = 0,5^\circ\text{C}$$

$$\tau_2 = ?$$

Если медленнее в пружине с водой не роина,  
значит ~~температура окружающей среды~~  
~~равна 0°C~~. Внутренняя температура  
равна 0°C. (40,1 = 0°C) 

Когда температура возрастет на 0,3°C за  
время  $\tau_1$  равное:

$$\tau_1 = \frac{(t_0 - t_{01}) \tau_1}{(t_0' - t_1)}$$

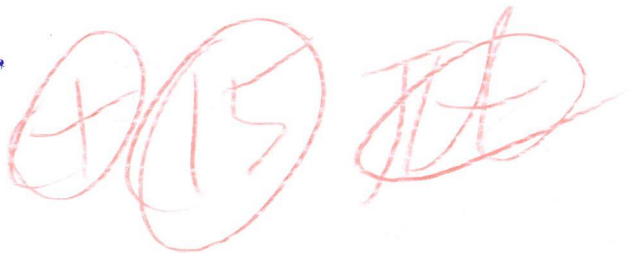
А тогда на 0,5°C температура возрастет за:

$$\tau_2 = \tau_1 \cdot \frac{\Delta t'}{\Delta t} = \frac{(t_0 - t_{01}) \tau_1 \Delta t'}{(t_0' - t_1) \Delta t}$$

$$\tau_2 = \frac{\Delta t' \tau_1 (t_0 - t_{01})}{\Delta t (t_0' - t_1)} = \frac{0,5^\circ\text{C} \cdot 180 \text{ с} \cdot 25^\circ\text{C}}{0,3^\circ\text{C} \cdot 20^\circ\text{C}} =$$

$$= 375 \text{ с}$$

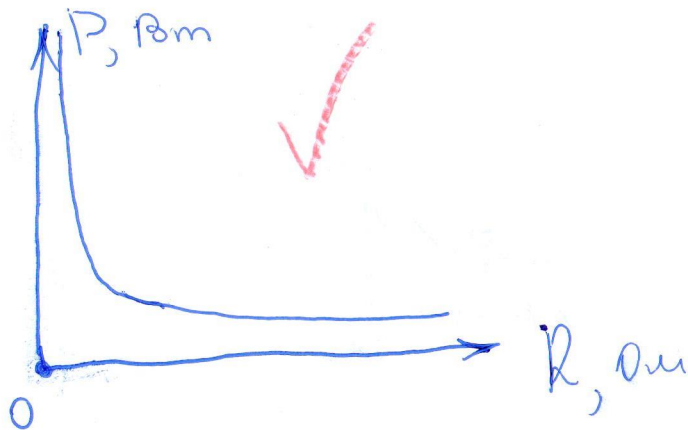
$$\text{Ответ: } \tau_2 = 375 \text{ с}$$



Задача 3.

$P = \frac{U^2}{R}$ , т.к.  $U = \text{const}$ , то значение мощности тепловых потерь будет изменяться в зависимости только от  $R$ .

$P \sim \frac{1}{R}$  Обратная пропорциональность ( $y = \frac{1}{x}$ )



Задача:

Дано:

$$t_1 = 25^\circ\text{C}$$

$$x_1 = 0,75$$

$$t_2 = 18^\circ\text{C}$$

$$x_2 = 0,5$$

$$t_3 = 9^\circ\text{C}$$

$$x_3 = ?$$

т.к.  $U^2 = IR_{\text{сум}} t$

$$U^2 = I(Rx_1 + R_H)t_1 \quad (1)$$

$$U^2 = I(Rx_2 + R_H)t_2 \quad (2)$$

$$U^2 = I(Rx_3 + R_H)t_3 \quad (3)$$

$$I(Rx_1 + R_H)t_1 = I(Rx_2 + R_H)t_2$$

$$Rx_1 t_1 + R_H t_1 = Rx_2 t_2 + R_H t_2$$

$$R(x_1 t_1 - x_2 t_2) = R_H(t_2 - t_1)$$

$$R_H = \frac{x_1 t_1 - x_2 t_2}{t_2 - t_1} \cdot R$$

$$I(Rx_1 + R_H)t_1 = I(Rx_3 + R_H)t_3$$

$$\frac{Rx_1 + R_H}{Rx_3 + R_H} = \frac{t_3}{t_1} ; \quad \frac{R(x_1 - x_3)}{Rx_3 + R_H} + 1 = \frac{t_3}{t_1}$$



$$\cancel{R(x_1 - x_3)}$$

$$\cancel{R x_3 + \frac{(x_1 t_1 - x_2 t_2)}{t_2 - t_1} \cdot R}$$

$$\cancel{R x_1 + \frac{(x_1 t_1 - x_2 t_2)}{t_2 - t_1} R}$$

$$R x_3 + \frac{(x_1 t_1 - x_2 t_2)}{t_2 - t_1} R + 1 = \frac{t_3}{t_1}$$

$$x_1 + \frac{(x_1 t_1 - x_2 t_2)}{t_2 - t_1} + 1 = \frac{t_3}{t_1}$$

$$x_3 + \frac{(x_1 t_1 - x_2 t_2)}{t_2 - t_1} + 1 = \frac{t_3}{t_1}$$

$$x_3 = \frac{\frac{t_3}{t_1} - 1}{x_1 + \frac{(x_1 t_1 - x_2 t_2)}{t_2 - t_1}}$$

$$x_3 = \frac{0,75 + \frac{(0,75 \cdot 25 - 0,5 \cdot 18)}{18 - 25}}{x_3 + \frac{(0,75 \cdot 25 - 0,5 \cdot 18)}{18 - 25}} + 1 = \frac{9}{25}$$

$$\frac{0,75 - 1,4}{x_3 - 1,4} + 1 = \frac{9}{25}; \quad \frac{-0,65}{x_3 - 1,4} = -\frac{16}{25}; \quad \frac{1}{x_3 - 1,4} = \frac{16 \cdot 100}{25 \cdot 65}; \quad x_3 - 1,4 = \frac{25 \cdot 65}{16 \cdot 100}$$

$$x_3 = 1 + 1,4 = 2,4$$

Ответ:  $x_3 = 2,4$

Задача 4.

III. к  $P = \frac{u^2}{R}$ ,  $u^2 = \text{const}$ ;  $P \sim \frac{1}{R}$ ;  $R = \frac{\rho l}{S}$ ;  $P \sim J$

1)  $\uparrow R = \frac{\rho l}{S \downarrow}$

2)  $\downarrow R = \frac{\rho l}{S \uparrow}$

$\downarrow P = \frac{u^2}{R \uparrow}$

$\uparrow P = \frac{u^2}{R \downarrow}$

$P$  меньше;  
 $\downarrow$   
 $J$  меньше

$P$  больше  
 $\downarrow$   
 $J$  больше

Во втором случае ток будет уменьшаться быстрее.

Ответ: Во втором случае ток будет уменьшаться быстрее.



$$F_c \sim v$$

$$F_c = \mu v$$



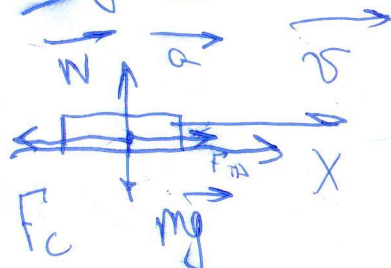
По 2-й теореме Ньютона

$$ma = F_{\text{тр}} - F_c$$

$$ma = \mu mg - \mu v$$

$$X = \frac{v_2}{v_1}$$

Задание:



$$\frac{t}{4t^2}$$

$$\frac{2t^2}{t^2} = \frac{t^2}{t^2}$$

$$a_1 = 0,32$$

$$v_1 = 1,5$$

$$v_2 = X v_1$$

$$v_2 = 3$$

$$v_2 = v$$

$$\frac{t}{6-5t^2}$$

$$ma = \mu mg$$

$$a = \mu g$$

$$X = \frac{v_2}{v_1}$$

$$F_c = \beta v^2$$

$$X = \frac{v_1}{v_2}$$

$$II. \text{ } ma = F_{\text{тр}} - F_c$$

$$ma = F_{\text{тр}} - F_c$$

$$X = \sqrt{\frac{\beta v}{m}}$$

$$X = \frac{v_1}{v_{\text{max}}}$$

$$ma = F_{\text{тр}} - F_c$$

$$(1 + \sqrt{2}) v_{\text{max}}$$

$$(y): N = mg + F_{\text{тр}}$$

$$N = mg + \mu v$$

$$ma = mN - \beta v^2$$

$$X = \frac{v_1}{v_{\text{max}}} = (1 + \sqrt{2}) \cdot 3 =$$

$$ma = \mu(mg + \mu v) - \beta v^2$$

$$ma = \mu mg + \mu^2 v - \beta v^2$$

$$a = \mu g + \frac{\mu^2 v}{m} - \frac{\beta v^2}{m}$$

Подписывать лист-вкладыш не разрешается

$$x^2 - 2x - 1 = 0$$



$$u_1^2 = \mu R_1 t_1$$

$$u_2^2 = \mu R_2 t_2$$

$$u_3^2 = \mu R_3 t_3$$

$$\mu R_1 t_1$$

$$\mu R_1 t_1 = \mu R_2 t_2$$

$$R_X + R_H$$

$$1) u_1^2 = u_2^2$$

$$\Downarrow$$

$$R_H = \dots R$$

$$2) u_1^2 = u_3^2$$

$$1 + \dots = \frac{t_3}{t_1}$$

$$\frac{ac + b}{ad + b} =$$

$$(R_{X3} + R_H) t_3 = (R_{X1} + R_H) t_1$$

$$\frac{R_{X3} + R_H}{t_3} = \frac{t_1}{t_3}$$

$$c(a + \frac{b}{c}) R_{X1} + R_H$$

$$(R_X + R_H) t_1 = R_{X1}$$

$$(R_{X1} + R_H) t_1 = (R_X + R_H) t_2$$

$$\frac{ac + b}{ad + b} \frac{ad + b}{ac - ad}$$

$$R_{X1} t_1 + R_H t_1 = R_X t_2 + R_H t_2$$

$$R_X(t_1 - t_2) = R_H(t_2 - t_1)$$

$$(a+b) \frac{3}{4} \cdot 25 \dots$$

$$\frac{(R_{X1} + R_H)}{R_{X2} + R_H} = 1 + \frac{R_{X1} - R_{X2}}{R_{X2} + R_H}$$

$$1 + \frac{R(X_1 - X_2)}{R_{X3} + R_H} = \frac{t_3}{t_1}$$

$$R_H = \frac{R_{X1} t_1 - R_{X2} t_2}{t_2 - t_1}$$

$$1 + \frac{ac - a}{a + b}$$

$$R_H = \frac{ac + b}{ad + b} \frac{ad + b}{ac - ad}$$

$$1 + \frac{R(X_1 - X_2)}{R_{X2} + R_H}$$

$$1 + \frac{ac - 0}{a + b}$$

$$1 + \frac{a(c - d)}{ad + b}$$

$$R_H = \frac{ac - ad}{ac - ad} R_A$$

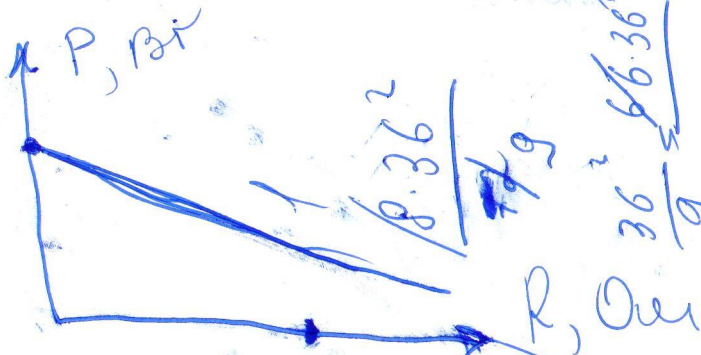
$$R(X_1 t_1 - X_2 t_2) = R_H(t_2 - t_1)$$



N 3(1)

U<sub>н</sub> P =  $\frac{u_2}{R}$ , a U-const

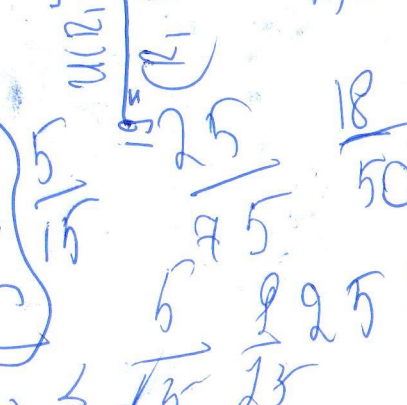
$\Rightarrow P \sim \frac{1}{R}$



$g = \frac{u(R_1^2 + R_2^2)}{(R_1 R_2)^2}$   
 $u = \frac{R_1 R_2^2}{R_1^2 + R_2^2} \cdot 8$



$g = \frac{u R_1^2 + u R_2^2}{(R_1 R_2)^2}$   
 $u = \frac{R_1 R_2^2}{R_1^2 + R_2^2} \cdot 8$



$R = 5 \Omega$

$g \sim P$

$P = \frac{u_2}{R}$

(1)  $5 \text{ min} \Rightarrow$

$U \sim R^2$

$U \sim R^2 (1 - \dots)$

$R_{\text{общ}} = x R + R_{\text{н}}$

$(R_1 + R_2)^2$   
 $480$   
 $456$   
 $19 R_1^2 (R_1 - 12)^2 = R_1^2 (R_1 - 12)^2$   
 $19 R_1 (R_1^2 - 24 R_1 + 12) = R_1^2 + R_1$   
 $456$   
 $25$   
 $20$   
 $180$   
 $25 \cdot 180$   
 $20$   
 $25 \cdot 9 = 225$   
 $225 \cdot 0,5 = 112,5$   
 $112,5 \cdot 0,5 = 56,25$   
 $56,25 \cdot 0,5 = 28,125$   
 $28,125 \cdot 0,5 = 14,0625$   
 $14,0625 \cdot 0,5 = 7,03125$   
 $7,03125 \cdot 0,5 = 3,515625$   
 $3,515625 \cdot 0,5 = 1,7578125$   
 $1,7578125 \cdot 0,5 = 0,87890625$   
 $0,87890625 \cdot 0,5 = 0,439453125$   
 $0,439453125 \cdot 0,5 = 0,2197265625$   
 $0,2197265625 \cdot 0,5 = 0,10986328125$   
 $0,10986328125 \cdot 0,5 = 0,054931640625$   
 $0,054931640625 \cdot 0,5 = 0,0274658203125$   
 $0,0274658203125 \cdot 0,5 = 0,01373291015625$   
 $0,01373291015625 \cdot 0,5 = 0,006866455078125$   
 $0,006866455078125 \cdot 0,5 = 0,0034332275390625$   
 $0,0034332275390625 \cdot 0,5 = 0,00171661376953125$   
 $0,00171661376953125 \cdot 0,5 = 0,000858306884765625$   
 $0,000858306884765625 \cdot 0,5 = 0,0004291534423828125$   
 $0,0004291534423828125 \cdot 0,5 = 0,00021457672119140625$   
 $0,00021457672119140625 \cdot 0,5 = 0,000107288360595703125$   
 $0,000107288360595703125 \cdot 0,5 = 5,36441802978515625 \times 10^{-5}$   
 $5,36441802978515625 \times 10^{-5} \cdot 0,5 = 2,682209014892578125 \times 10^{-5}$   
 $2,682209014892578125 \times 10^{-5} \cdot 0,5 = 1,3411045074462890625 \times 10^{-5}$   
 $1,3411045074462890625 \times 10^{-5} \cdot 0,5 = 6,7055225372314453125 \times 10^{-6}$   
 $6,7055225372314453125 \times 10^{-6} \cdot 0,5 = 3,35276126861572265625 \times 10^{-6}$   
 $3,35276126861572265625 \times 10^{-6} \cdot 0,5 = 1,676380634307861328125 \times 10^{-6}$   
 $1,676380634307861328125 \times 10^{-6} \cdot 0,5 = 8,381903171539306640625 \times 10^{-7}$   
 $8,381903171539306640625 \times 10^{-7} \cdot 0,5 = 4,1909515857696533203125 \times 10^{-7}$   
 $4,1909515857696533203125 \times 10^{-7} \cdot 0,5 = 2,09547579288482666015625 \times 10^{-7}$   
 $2,09547579288482666015625 \times 10^{-7} \cdot 0,5 = 1,047737896442413330078125 \times 10^{-7}$   
 $1,047737896442413330078125 \times 10^{-7} \cdot 0,5 = 5,238689482212066650390625 \times 10^{-8}$   
 $5,238689482212066650390625 \times 10^{-8} \cdot 0,5 = 2,6193447411060333251953125 \times 10^{-8}$   
 $2,6193447411060333251953125 \times 10^{-8} \cdot 0,5 = 1,30967237055301666259765625 \times 10^{-8}$   
 $1,30967237055301666259765625 \times 10^{-8} \cdot 0,5 = 6,54836185276508331298828125 \times 10^{-9}$   
 $6,54836185276508331298828125 \times 10^{-9} \cdot 0,5 = 3,274180926382541656494140625 \times 10^{-9}$   
 $3,274180926382541656494140625 \times 10^{-9} \cdot 0,5 = 1,6370904631912708282470703125 \times 10^{-9}$   
 $1,6370904631912708282470703125 \times 10^{-9} \cdot 0,5 = 8,1854523159563541412353515625 \times 10^{-10}$   
 $8,1854523159563541412353515625 \times 10^{-10} \cdot 0,5 = 4,09272615797817707061767578125 \times 10^{-10}$   
 $4,09272615797817707061767578125 \times 10^{-10} \cdot 0,5 = 2,046363078989088535308837890625 \times 10^{-10}$   
 $2,046363078989088535308837890625 \times 10^{-10} \cdot 0,5 = 1,0231815394945442676544189453125 \times 10^{-10}$   
 $1,0231815394945442676544189453125 \times 10^{-10} \cdot 0,5 = 5,1159076974727213382720947265625 \times 10^{-11}$   
 $5,1159076974727213382720947265625 \times 10^{-11} \cdot 0,5 = 2,55795384873636066913604736328125 \times 10^{-11}$   
 $2,55795384873636066913604736328125 \times 10^{-11} \cdot 0,5 = 1,278976924368180334568023681640625 \times 10^{-11}$   
 $1,278976924368180334568023681640625 \times 10^{-11} \cdot 0,5 = 6,394884621840901672840118408203125 \times 10^{-12}$   
 $6,394884621840901672840118408203125 \times 10^{-12} \cdot 0,5 = 3,1974423109204508364200592041015625 \times 10^{-12}$   
 $3,1974423109204508364200592041015625 \times 10^{-12} \cdot 0,5 = 1,59872115546022541821002960205078125 \times 10^{-12}$   
 $1,59872115546022541821002960205078125 \times 10^{-12} \cdot 0,5 = 7,99360577730112709105014801025390625 \times 10^{-13}$   
 $7,99360577730112709105014801025390625 \times 10^{-13} \cdot 0,5 = 3,996802888650563545525074005126953125 \times 10^{-13}$   
 $3,996802888650563545525074005126953125 \times 10^{-13} \cdot 0,5 = 1,9984014443252817727625370025634765625 \times 10^{-13}$   
 $1,9984014443252817727625370025634765625 \times 10^{-13} \cdot 0,5 = 9,9920072216264088638126850128173828125 \times 10^{-14}$   
 $9,9920072216264088638126850128173828125 \times 10^{-14} \cdot 0,5 = 4,99600361081320443190634250640869140625 \times 10^{-14}$   
 $4,99600361081320443190634250640869140625 \times 10^{-14} \cdot 0,5 = 2,498001805406602215953171253204345703125 \times 10^{-14}$   
 $2,498001805406602215953171253204345703125 \times 10^{-14} \cdot 0,5 = 1,2490009027033011079765856266021728515625 \times 10^{-14}$   
 $1,2490009027033011079765856266021728515625 \times 10^{-14} \cdot 0,5 = 6,2450045135165055398829281330108642578125 \times 10^{-15}$   
 $6,2450045135165055398829281330108642578125 \times 10^{-15} \cdot 0,5 = 3,12250225675825276994146406650543212890625 \times 10^{-15}$   
 $3,12250225675825276994146406650543212890625 \times 10^{-15} \cdot 0,5 = 1,561251128379126384970732033252716064453125 \times 10^{-15}$   
 $1,561251128379126384970732033252716064453125 \times 10^{-15} \cdot 0,5 = 7,806255641895631924853660166263580322265625 \times 10^{-16}$   
 $7,806255641895631924853660166263580322265625 \times 10^{-16} \cdot 0,5 = 3,9031278209478159624268300831317901611328125 \times 10^{-16}$   
 $3,9031278209478159624268300831317901611328125 \times 10^{-16} \cdot 0,5 = 1,95156391047390798121341504156589508056640625 \times 10^{-16}$   
 $1,95156391047390798121341504156589508056640625 \times 10^{-16} \cdot 0,5 = 9,75781955236953990606707520782947540283203125 \times 10^{-17}$   
 $9,75781955236953990606707520782947540283203125 \times 10^{-17} \cdot 0,5 = 4,878909776184769953033537603914737701416015625 \times 10^{-17}$   
 $4,878909776184769953033537603914737701416015625 \times 10^{-17} \cdot 0,5 = 2,4394548880923849765167688019573688507080078125 \times 10^{-17}$   
 $2,4394548880923849765167688019573688507080078125 \times 10^{-17} \cdot 0,5 = 1,21972744404619248825838440097868442535400390625 \times 10^{-17}$   
 $1,21972744404619248825838440097868442535400390625 \times 10^{-17} \cdot 0,5 = 6,09863722023096244129192200489342212677001953125 \times 10^{-18}$   
 $6,09863722023096244129192200489342212677001953125 \times 10^{-18} \cdot 0,5 = 3,049318610115481220645961002446711063385009765625 \times 10^{-18}$   
 $3,049318610115481220645961002446711063385009765625 \times 10^{-18} \cdot 0,5 = 1,5246593050577406103229805012233555316925048828125 \times 10^{-18}$   
 $1,5246593050577406103229805012233555316925048828125 \times 10^{-18} \cdot 0,5 = 7,6232965252887030516119025061167776584625244140625 \times 10^{-19}$   
 $7,6232965252887030516119025061167776584625244140625 \times 10^{-19} \cdot 0,5 = 3,81164826264435152580595125305838882923126220703125 \times 10^{-19}$   
 $3,81164826264435152580595125305838882923126220703125 \times 10^{-19} \cdot 0,5 = 1,905824131322175762902975626529194414615631103515625 \times 10^{-19}$   
 $1,905824131322175762902975626529194414615631103515625 \times 10^{-19} \cdot 0,5 = 9,529120656610878814514878132645972073078155517578125 \times 10^{-20}$   
 $9,529120656610878814514878132645972073078155517578125 \times 10^{-20} \cdot 0,5 = 4,7645603283054394072574390663229860365390777587890625 \times 10^{-20}$   
 $4,7645603283054394072574390663229860365390777587890625 \times 10^{-20} \cdot 0,5 = 2,38228016415271970362871953316149301826953887939453125 \times 10^{-20}$   
 $2,38228016415271970362871953316149301826953887939453125 \times 10^{-20} \cdot 0,5 = 1,191140082076359851814359766580746509134769439697265625 \times 10^{-20}$   
 $1,191140082076359851814359766580746509134769439697265625 \times 10^{-20} \cdot 0,5 = 5,955700410381799259071798832903732545673847198486328125 \times 10^{-21}$   
 $5,955700410381799259071798832903732545673847198486328125 \times 10^{-21} \cdot 0,5 = 2,9778502051908996295358994164518662728369235992431640625 \times 10^{-21}$   
 $2,9778502051908996295358994164518662728369235992431640625 \times 10^{-21} \cdot 0,5 = 1,48892510259544981476794970822593313641846179962158203125 \times 10^{-21}$   
 $1,48892510259544981476794970822593313641846179962158203125 \times 10^{-21} \cdot 0,5 = 7,44462551297724907383974854112966568209230899810791015625 \times 10^{-22}$   
 $7,44462551297724907383974854112966568209230899810791015625 \times 10^{-22} \cdot 0,5 = 3,722312756488624536919874270564832841046154499053955078125 \times 10^{-22}$   
 $3,722312756488624536919874270564832841046154499053955078125 \times 10^{-22} \cdot 0,5 = 1,8611563782443122684599371352824164205230772495269775390625 \times 10^{-22}$   
 $1,8611563782443122684599371352824164205230772495269775390625 \times 10^{-22} \cdot 0,5 = 9,3057818912215613422996856764120821026153862476348876953125 \times 10^{-23}$   
 $9,3057818912215613422996856764120821026153862476348876953125 \times 10^{-23} \cdot 0,5 = 4,65289094561078067114984283820604105130769312381744384765625 \times 10^{-23}$   
 $4,65289094561078067114984283820604105130769312381744384765625 \times 10^{-23} \cdot 0,5 = 2,326445472805390335574921419103020525653846561908721923828125 \times 10^{-23}$   
 $2,326445472805390335574921419103020525653846561908721923828125 \times 10^{-23} \cdot 0,5 = 1,1632227364026951677874607095515102628269232809543609619140625 \times 10^{-23}$   
 $1,1632227364026951677874607095515102628269232809543609619140625 \times 10^{-23} \cdot 0,5 = 5,8161136820134758389373035477575513141346164047718048095703125 \times 10^{-24}$   
 $5,8161136820134758389373035477575513141346164047718048095703125 \times 10^{-24} \cdot 0,5 = 2,90805684100673791946865177387877565706730820238590240478515625 \times 10^{-24}$   
 $2,90805684100673791946865177387877565706730820238590240478515625 \times 10^{-24} \cdot 0,5 = 1,454028420503368959734325886939387828533654101192951202392578125 \times 10^{-24}$   
 $1,454028420503368959734325886939387828533654101192951202392578125 \times 10^{-24} \cdot 0,5 = 7,270142102516844798671629434696939142668270505964756011962890625 \times 10^{-25}$   
 $7,270142102516844798671629434696939142668270505964756011962890625 \times 10^{-25} \cdot 0,5 = 3,6350710512584223993358147173484695713341352529823780059814453125 \times 10^{-25}$   
 $3,6350710512584223993358147173484695713341352529823780059814453125 \times 10^{-25} \cdot 0,5 = 1,81753552562921119966790735867423478566706762649118900299072265625 \times 10^{-25}$   
 $1,81753552562921119966790735867423478566706762649118900299072265625 \times 10^{-25} \cdot 0,5 = 9,08767762814605599833953679337117392833533813245594501495361328125 \times 10^{-26}$   
 $9,08767762814605599833953679337117392833533813245594501495361328125 \times 10^{-26} \cdot 0,5 = 4,543838814073027999169768396685586964167669066227972507476806640625 \times 10^{-26}$   
 $4,543838814073027999169768396685586964167669066227972507476806640625 \times 10^{-26} \cdot 0,5 = 2,2719194070365139995848841983427934820838345331139862537384033203125 \times 10^{-26}$   
 $2,2719194070365139995848841983427934820838345331139862537384033203125 \times 10^{-26} \cdot 0,5 = 1,13595970351825699979244209917139674104191726655699312686920166015625 \times 10^{-26}$   
 $1,13595970351825699979244209917139674104191726655699312686920166015625 \times 10^{-26} \cdot 0,5 = 5,67979851759128499896221049585698370520958633278496563434600830078125 \times 10^{-27}$   
 $5,67979851759128499896221049585698370520958633278496563434600830078125 \times 10^{-27} \cdot 0,5 = 2,839899258795642499481105247928491852604793166392482817173004150390625 \times 10^{-27}$   
 $2,839899258795642499481105247928491852604793166392482817173004150390625 \times 10^{-27} \cdot 0,5 = 1,4199496293978212497405526239642459263023965831962414085865020751953125 \times 10^{-27}$   
 $1,4199496293978212497405526239642459263023965831962414085865020751953125 \times 10^{-27} \cdot 0,5 = 7,0997481469891062487027631198212296315119829159812070429325103759765625 \times 10^{-28}$   
 $7,0997481469891062487027631198212296315119829159812070429325103759765625 \times 10^{-28} \cdot 0,5 = 3,54987407349455312435138155991061481575599145799060352146625518798828125 \times 10^{-28}$   
 $3,54987407349455312435138155991061481575599145799060352146625518798828125 \times 10^{-28} \cdot 0,5 = 1,774937036747276562175690779955307407877995728995301760733127593994140625 \times 10^{-28}$   
 $1,774937036747276562175690779955307407877995728995301760733127593994140625 \times 10^{-28} \cdot 0,5 = 8,874685183736382810878453899776537039389978644976508803665637969970703125 \times 10^{-29}$   
 $8,874685183736382810878453899776537039389978644976508803665637969970703125 \times 10^{-29} \cdot 0,5 = 4,4373425918681914054392269498882685196949893224882544018328189849853515625 \times 10^{-29}</$



$P \sim I$   
 $P = \frac{U^2}{R}, U^2 = \text{const}$   
 $R = \frac{8e}{S}$   
 $I_0 = \frac{U}{R_1 + R_2}$   
 $\frac{1}{L} : I \leq 8 \text{ mA}$

$(1) : \uparrow R = \frac{8e}{S} \downarrow$   
 $8 = \frac{1}{R_1 + R_2} P = \frac{U^2}{R} \quad U^2 = \text{const}$

$\downarrow P = \frac{U^2}{R} \uparrow$

$\uparrow P \sim I \downarrow$

$y$  measure

$(2) \downarrow R = \frac{8e}{S} \uparrow$

$\frac{90.5}{3}$

$\uparrow P = \frac{U^2}{R}$

$30 \cdot \uparrow P \sim I$

$\frac{R_X + R_H}{R_X + R_H} \leq$

$\downarrow \frac{1}{R} \sim I$

$\frac{1}{R^2} \sim I$

$U = UR(t - t_0)$

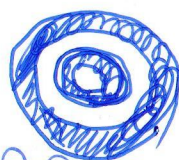
$U_2^2 = UR(t_1 - t_0)$

$R \frac{2x}{20} = \frac{3}{\varphi} \cdot 180$

$\frac{U^2}{R_{\text{osus}}} \leq UR(t - t_0)$

$\rightarrow 45.5 \leq 225$

$R_{\text{osus}} = R_1$   
 $R_{\text{osus}} = R_X + R_H$



$I_0 \sim \frac{1}{R_2}$

$y_1 = y_2 = 4 \text{ mA}$

$R \cdot \frac{1}{y} \sim \frac{1}{62}$

$4$

$3 = 4$

$L = 12 \text{ cm}$

$t_1 = t_2$

$R_1 = 1$

$R_2 = 1$

$R_3 = 1$

$R_4 = 1$

$R_5 = 1$